

Bek. gem. 5. Jan. 1967

47f, 7/20. 1 953 035. Heraeus Hoch-  
vakuum G.m.b.H., Hanau. | Hoch-  
vakuum-Dichtscheibe, insbesondere für  
ausheizbare Hochvakuum-Flanschverbin-  
dungen. 5. 7. 66. H 55 940. (T. 10;  
Z. 1)

**Nr. 1 953 035 \* eingetr.  
- 5. 1. 67**

P.A. 349 351 \* 9.7.66

Gebrauchsmusteranmeldung

Hanau, den 30. Juni 1966

Heraeus - Straße Nr. 12-14  
(Bei ausländischen Orten: Staat und Bezirk)

Hiermit melde n ich - wir - die Firma -

Heraeus Hochvakuum GmbH

(Bei Einzelpersonen: Vor- und Zuname; bei Frauen: Familienstand und Geburtsname,  
bei Firmen: ihre handelsgerichtlich eingetragene Bezeichnung)

An das

Deutsche Patentamt

(13 b) München 2

durch

(Name, Beruf und Wohnort des Vertreters)

den in den Anlagen beschriebenen Gegenstand an und beantrage n dessen Eintragung  
in die Rolle für Gebrauchsmuster.

Die Bezeichnung lautet:

"Hochvakuum-Dichtscheibe, insbesondere  
für ausheizbare Hochvakuum-Flanschver-  
bindungen"

Es liegen bei:

1. zwei Doppel dieses Antrages
2. drei gleichlautende Beschreibungen\*) mit  
je 5 Schutzansprüchen
3. eine Zeichnung in dreifacher Ausfertigung  
(je 1 Blatt)
4. ~~zwei gleiche Modelle~~
5. eine vorbereitete Empfangsbescheinigung  
- auf freigemachter Postkarte - ~~mit~~  
~~gemachten Briefumschlag~~
6. ~~eine Vollmacht\*\*)~~

Unionspriorität

Ausstellungspriorität

in  
für

vom

wird beansprucht.

Da Auslandsschutzrechte nachgesucht werden sollen, wird gebeten, Eintragung  
auf die Dauer von 3 Monate n auszusetzen.

Die Anmeldegebühr von 30 DM wird unter der Angabe „Anmeldegebühr“ auf  
das Postscheckkonto München 79191 des Deutschen Patentamts überwiesen, sobald das  
AktENZEICHEN bekannt ist — ist mittels unten aufgeklebter Gebührenmarken entrichtet.

Alle für mir - uns - bestimmten Sendungen des Patentamts sind an

Heraeus Hochvakuum GmbH, Hanau (Main)

Postfach 169

zu richten.

Von diesem Antrag und allen Anlagen habe n ich - wir Abschriften zurück-  
behalten.

Unterschrift\*\*):

Heraeus Hochvakuum GmbH

*[Handwritten signatures]*

Raum zum Einkleben der Gebührenmarken

Gebühren können auch durch Aufkleben von Gebühren-  
marken entrichtet werden. Die Marken sind erhältlich  
beim Deutschen Patentamt in München und bei der Dienst-  
stelle Berlin des Deutschen Patentamtes in Berlin SW 61.

\*) Falls der Anmelder minderjährig oder sonst in seiner Geschäftsfähigkeit beschränkt ist (§ 114 des Bürger-  
lichen Gesetzbuches), ist das schriftliche Einverständnis des gesetzlichen Vertreters erforderlich.

Hanau, den 30. Juni 1966

PA-Hi/Fi

Heraeus Hochvakuum GmbH

Gebrauchsmusteranmeldung

**Titel:** Hochvakuum-Dichtscheibe, insbesondere für ausheizbare Hochvakuum-Flanschverbindungen

Die Erfindung betrifft eine Hochvakuum-Dichtscheibe, insbesondere für ausheizbare Hochvakuum-Flanschverbindungen.

Bei ausheizbaren Hochvakuumanlagen werden für die Flanschabdichtung mit Vorteil metallische Dichtungen, z. B. in Form einer Dichtscheibe oder eines Dichtringes aus Metall verwendet. Die Abdichtung geschieht dadurch, daß das Dichtungsmetall von den Flanschen, zwischen denen es eingelegt ist, zusammengepreßt und soweit bleibend verformt wird, bis es alle, selbst mikroskopisch kleine Unebenheiten, Ritzen oder Poren an den abzudichtenden Flanschflächen ausfüllt. Für eine gute metallische Abdichtung ist daher die plastische Verformbarkeit des Dichtungsmetall von großer Bedeutung. Als Dichtungsmetalle haben sich in der Hochvakuumtechnik vor allem Gold, dann Silber, Kupfer, Aluminium und Indium bewährt, weil sie in dem in Frage kommenden Temperaturbereich neben einer guten Verformbarkeit einen sehr niedrigen Dampfdruck aufweisen. Das Dichtungsmetall muß jedoch auch bei den bei Ultrahochvakuum-Anlagen üblichen hohen Ausheiztemperaturen, z. B. etwa 450°C, genügend Zeitstandfestigkeit besitzen, damit es nicht bei der Ausheiztemperatur unter dem spezifischen Dichtungs-

druck bleibend verformt wird und nach dem Ausheizen und dem Rückgang der elastischen Wärmedehnung nicht ein unzulässig hohen Leckgasstrom durchfließen läßt. Daher sind Aluminium wegen seiner geringen Zeitstandfestigkeit und Indium wegen seines niedrigen Schmelzpunktes für hohe Ausheiztemperaturen, z. B. etwa 450°C, wenig geeignet. Die Dichtungsmetalle sollen außerdem chemisch beständig sein und eine geringe Gasabgabe und eine geringe Gasdurchlässigkeit aufweisen. Die besten Eigenschaften als Dichtungsmetall weist Gold auf; es hat aber gleichzeitig die Nachteile, daß es wegen seiner niedrigen Fließgrenze weitgehend verformt wird und daher als Draht oder als Auflageschicht auf einem Tragkörper aus einem harten Metall meist nur einmal verwendet werden kann und daß es als Dichtungsmetall bei ausheizbaren Hochvakuumanlagen wegen der hohen Materialkosten in seiner Verwendung ziemlich teuer ist, selbst wenn das Gold nach Benutzung wieder umgearbeitet wird. Kupfer ist bei den in Frage kommenden Ausheiztemperaturen härter, aber weniger bildsam und chemisch leichter angreifbar als Gold; es besitzt als einziges von den genannten Dichtungsmetallen einen Wärmeausdehnungskoeffizienten, der für den Bereich der Ausheiztemperatur nahezu gleich dem von nichtrostendem Stahl, wie X12CrNi188, ist.

Zur Erreichung einer guten Hochvakuumdichtheit werden wie bekannt die Metalldichtungen an den Flächen, mit denen sie abdichten, auch mit einem weichen Metall überzogen, so daß also ein Trag- oder Stützkörper aus einem harten Metall mit einem weichen Metall als Dichtungswerkstoff fest verbunden ist.

Hochvakuum-Flanschdichtungen, bei welchen ein weiches Metall auf einem harten Metall als Überzug fest aufgebracht ist, sind in verschiedenen Ausführungen bekannt. Aus dem deutschen Gebrauchsmuster 1 817 325 ist eine zusammengesetzte Höchstvakuum-Flanschdichtung bekannt, bei welcher der innere Rand einer Stahlscheibe wulstartig geformt und mit einer Auflage aus Feingold versehen ist. Das deutsche Gebrauchsmuster 1 839 304 beschreibt eine Flanschverbindung für Ultrahochvakuum-Bauelemente mit einem Dichtungselement, dessen ringförmiger Tragkörper mit Rechteckquerschnitt aus Stahl besteht und über einer etwa 20 mm starken Schicht aus Kupfer ein etwa 15 mm starke Edelmetallplattierung trägt. Das deutsche Gebrauchsmuster 1 847 650 offenbart eine bis auf höchstens 150°C aushe-

4

bare Metalledichtung für Hochvakuumanlagen, bei welcher der Dichtring mit Rechteckquerschnitt aus Aluminium, Gold oder Kupfer hergestellt und zumindest an den Dichtflächen mit einer etwa 10 bis 50  $\mu$ m starken Schicht aus Indium überzogen ist, die mindestens zweimal verwendet werden kann. In "1960 Vacuum Symposium Transactions", 1961, ist auf S. 188/9 eine Metalledichtung beschrieben, bei welcher eine silberplattierte Dichtscheibe aus sauerstofffreiem Hartkupfer zwischen den Ringdichtschneiden der Flanschen aus Stahl eingespannt ist. Die französische Patentschrift 550 198 offenbart metallische Dichtungselemente für die Hochvakuumtechnik aus Stahl mit besonders geformten Querschnitten, z. B. einfacher oder doppelter Spießkante oder dgl., welche zumindest an den abdichtenden Kanten mit einer Auflage aus weichem Metall, z. B. aufgalvanisiertem Kupfer, versehen sind.

Von diesen bekannten Dichtungselementen sind auf Grund der verwendeten Werkstoffe nur wenige für die bei Ultrahochvakuum notwendigen hohen Ausheiztemperaturen geeignet.

Bei den bekannten Dichtringen mit Rechteckquerschnitt und einer Überzugsschicht auf den abdichtenden Flächen müssen für die zur Erzielung einer einwandfreien Abdichtung bei Ultrahochvakuum erforderliche, hohe spezifische Flächenpressung sehr große Kräfte aufgebracht werden, welche sehr starke Flansche und Flanschschrauben bedingen. Außerdem besteht die Gefahr, daß solche Dichtringe infolge Verziegens wellig werden und dann nicht mehr genügend abdichten. Da die abdichtende Überzugsschicht aus weichem Metall schon bei der ersten Verwendung sehr stark verformt wird, kann ein solcher Dichtungsring praktisch nur einmal oder höchstens zweimal benutzt werden. Zur Zentrierung müssen die Dichtringe mit Rechteckquerschnitt in eine Ausdrehung eines oder beider Flansche eingelegt werden. Im ersten Fall muß der Gegenflansch einen Bund besitzen, der in die Ausdrehung des anderen Flansches hineinragt und die beiden Flansche zentriert; im zweiten Fall werden die beiden Flansche mittels des in deren Ausdrehungen eingelegten Dichtringes zentriert. In beiden Fällen kann die Flanschfläche nicht eben sein, sondern sie muß entweder eine Ausdrehung oder einen vorstehenden Zentrierbund aufweisen, die beide die Herstellung verteuern.

Die bekannte Höchstvakuum-Flanschdichtung gemäß dem deutschen Gebrauchsmuster 1 817 325 läßt sich im Gegensatz zu den Dichtungsringen zwischen ebenen Flanschflächen einlegen und wird mittels der Schraubendurchgangslöcher zentriert. Die beiden Flansche werden durch sie jedoch nicht genau zentriert. Von Vorteil ist, daß diese Flanschdichtung anstelle einer Vakuum-Dichtscheibe mit Rundschnurring eingebaut werden kann. Sie kann aber nur einmal verwendet werden und muß dann aufgearbeitet werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Dichtungselement für ausheizbare Ultrahochvakuum-Flanschverbindungen zu schaffen, welches die Nachteile der bekannten Dichtungselemente vermeidet, insbesondere mehrmals verwendbar ist, zwischen ebenen Flanschflächen abdichtet und gleichzeitig die beiden Flansche zentrieren kann.

Diese Aufgabe wird in überraschend einfacher Weise durch die vorliegende Erfindung gelöst. Die Erfindung betrifft eine Hochvakuum-Dichtscheibe, insbesondere für ausheizbare Hochvakuum-Flanschverbindungen, welche aus einer ringförmigen Stütz- und Zentrierscheibe aus rostfreiem Stahl besteht und einen Dichtwulst aufweist, welcher mit der Stützscheibe fest verbunden ist und in axialer Richtung die Höhe der Stützscheibe beiderseits überragt, und wobei der Dichtwulst aus einem weichen Metall als die Stützscheibe besteht. Diese Dichtscheibe ist dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens die beiderseits die Höhe der Stützscheibe überragenden Dichtwulstteile aus Kupfer bestehen und an ihren Dichtflächen einen Edelmetalldichtkörper, wie eine Goldauflage oder einen in eine Nut eingelegten, ringförmigen Golddraht aufweisen.

Eine Hochvakuum-Dichtscheibe gemäß der vorgeschlagenen Erfindung besteht aus der Stütz- und Zentrierscheibe aus Stahl, vorzugsweise nichtrostendem Stahl, wie X12CrNi188, aus dem mit dieser, vorzugsweise durch Kaltverformung, fest verbundenen Dichtwulst aus einem weniger harten Metall, vorzugsweise aus sauerstofffreiem Hartkupfer, und aus dem auf den Dichtflächen des Dichtwulstes befindlichen Edelmetall-Dichtkörper, vorzugsweise aus Feingold.

Die Stütz- und Zentrierscheibe aus Stahl umfaßt den Dichtwulst aus Kupfer von außen und stützt ihn; sie weist zur Zentrierung der beiden Flansche einen äußeren Umfang auf, der über die Flansche soweit hinausragt, daß er wechselweise mindestens je dreimal rechtwinklig zur Scheibenebene und in gleichmäßigen Abständen lappenförmig nach oben und unten umgebogen werden kann und so an jedem Flansch an mindestens drei, vorzugsweise gleich weit voneinander entfernten Stellen jedes Flanschumfanges anliegt und beide Flansche auf diese Weise zentriert. Selbstverständlich können Hochvakuum-Dichtscheiben gemäß der Erfindung auch ohne die umgebogenen Zentrierlappen sein; in diesem Falle weisen sie die herkömmlichen Schraubendurchgangslöcher auf.

Der Dichtwulst ist vorteilhaft ein von einem Rohr abgestochener Ring, der mittels Kaltverformung mit der Stützscheibe fest verbunden und in seine endgültige Form gebracht ist. Dieser Dichtwulst ist so ausgebildet, daß er sich unter dem spezifischen Dichtungsdruck nur geringfügig verformt; vor allem soll er für den Edelmetalldichtkörper eine weichere Unterlage als der Stahl der Stützscheibe sein, wodurch die Haltbarkeit des Edelmetalldichtkörpers und damit die Verwendbarkeit der ganzen Dichtscheibe wesentlich erhöht wird.

Als eigentliches metallisches Dichtungsmittel dient der Edelmetalldichtkörper in Gestalt einer Goldauflage oder eines in eine Nut eingelegten, ringförmigen Golddrahtes. Die Goldauflage wird in einer Schichtdicke von etwa 20 bis 30  $\mu$ m auf dem Dichtwulst, vorzugsweise galvanisch, aufgebracht; sie bleibt selbst bei den Verformungen, welche der Dichtwulst beim Zusammenpressen erfährt, in sich geschlossen und paßt sich infolge ihrer Duktilität und geringen Kaltfließfestigkeit auch mikroskopisch kleinen Unebenheiten der Flanschflächen an. Es ist günstig, die Auflage aus Gold auch auf die ganze dem Vakuum zugekehrte Fläche des Dichtwulstes aufzubringen. Derartige Dichtscheiben können bei Ausheizzyklen bis  $+50^{\circ}\text{C}$  ohne weiteres sechs- oder siebenmal verwendet werden, und zwar selbst dann, wenn nach jedem Ausheizzyklus die Dichtung gelöst wird und Flansche und Dichtung gegenseitig verdreht werden.

Besonders bewährt hat sich die Anordnung einer an sich bekannten, ein- oder zweilagigen Zwischenschicht aus Palladium, Platin und/oder Nickel zwischen dem Kupfer und der Edelmetallauflage, um eine Diffusion des Edelmetalls in das Kupfer zu verhindern.

Eine andere vorteilhafte Ausführung der Kombination eines Dichtwulstes aus Kupfer mit einem Dichtkörper aus Gold besteht darin, daß auf der Dichtfläche des Dichtwulstes ein Ring aus Golddraht von rundem oder anders geformtem, z. B. rechteckigem oder quadratischem Querschnitt in eine entsprechend geformte Nut eingelegt ist und aus der Nut herausragt. Beim Zusammensziehen der Flansche werden die Golddrähte durch die Flanschdichtflächen zusammengedrückt und völlig in die Nuten gepreßt, wobei die nur schwachen Kupferränder der Nuten etwas nach außen bzw. innen ausweichen und ebenfalls etwas verformt werden. Schließlich liegen an den Flanschdichtflächen Wulstdichtflächen an, die sich aus einer breiten Kreisringfläche aus Gold in der Mitte und beiderseits dieser je einer schmalen Kreisringfläche aus Kupfer zusammensetzen. Bei wiederholtem Einbau einer solchen Dichtscheibe erfolgt die metallische Abdichtung dadurch, daß sich die schwachen Kupferränder des Dichtwulstes zusammen mit dem eingelegten Golddraht bei entsprechendem Druck verformen lassen. Eine derartige Hochvakuum-Dichtscheibe weist den Vorteil auf, daß in der Mitte der Dichtfläche des Dichtwulstes das Gold stets verhältnismäßig dick ist und daher selbst nach Beschädigung der Dichtfläche, z. B. durch Aufreißen, noch genügend Gold für die sichere Abdichtung zur Verfügung steht. Aus diesem Grunde kann eine Hochvakuum-Dichtscheibe mit eingelegtem Golddraht ebenfalls oftmals verwendet werden.

Hochvakuum-Dichtscheiben gemäß der Erfindung bieten gegenüber den bekannten Vakuum-Flanschdichtungen die Vorteile, daß sie wesentlich öfter verwendet werden können und in ihrem Gebrauch viel billiger als Dichtringe aus reinem Golddraht sind. Besonders vorteilhaft ist eine solche Hochvakuum-Dichtscheibe, weil sie jederzeit anstelle einer Vakuum-Dichtscheibe mit Rundschnurring zwischen ebenen Flanschflächen eingelegt werden kann und die Flansche gegenseitig zentriert. Dies ist vor allem wichtig bei Ultrahochvakuum-Anlagen, die öfters umgebaut werden, wie z. B. Laboranlagen mit Kleinflanschverbindungen.



Bewährte Ausführungen einer Hochvakuum-Dichtscheibe gemäß der Erfindung werden nachstehend an Hand der in den Zeichnungen schematisch dargestellten Beispiele beschrieben:

Figur 1 zeigt eine Hochvakuum-Dichtscheibe mit Goldauflage im Schnitt und

Figur 2 in der Draufsicht.

Figur 3 stellt eine Hochvakuum-Dichtscheibe mit Goldauflage in einer Kleinflanschverbindung oder Klammerflanschverbindung und

Figur 4 in einer Flanschverbindung mit Schrauben dar.

Figur 5 zeigt eine Hochvakuum-Dichtscheibe in anderer Ausführung mit eingelegtem Golddraht vor dem ersten Einbau und

Figur 6 eine solche eingebaut in eine Flanschverbindung mit Schrauben.

In den Figuren 1 bis 3 sind eine Hochvakuum-Dichtscheibe mit Goldauflage und ihr Einbau in einer Kleinflanschverbindung gezeigt. Die Stütz- und Zentrierscheibe 1, vorzugsweise aus nichtrostendem Stahl, z. B. X12CrNi188, ist an ihrem inneren Rand mit dem Dichtwulst 2, vorzugsweise aus sauerstofffreiem Hartkupfer, fest verbunden. Es ist vorteilhaft, den Dichtwulst 2 als Ring von einem Kupferrohr abzustecken und ihn mittels einer Kaltverformung, welche ihm gleichzeitig seine Gebrauchsform gibt, mit der Stütz- und Zentrierscheibe 1 fest zu verbinden. Der Dichtwulst 2 trägt zumindest auf den abdichtenden Flächen eine Goldauflage 3. Bei den Beispielen nach Figur 1 bis 4 ist diese Goldauflage 3 in einer Stärke von 25 bis 30  $\mu$ m, vorzugsweise galvanisch, aufgebracht. Es ist zweckmäßig, die ganze freie Oberfläche des Dichtwulstes 2 auf Kupfer mit einer Feingoldauflage 3 zu überziehen.

Die Stütz- und Zentrierscheibe 1, ragt über den äußeren Flanschrand hinaus und weist einen Umfang auf, der die Form eines Kreises, eines

regelmäßigen Vielecks, z. B. Sechseck oder Achteck, oder dgl. haben kann. Der über die Flansche hinausragende Teil der Stütz- und Zentrierscheibe 1 ist in mindestens sechs einzelnen Lappen 4 wechselweise rechtwinklig nach oben und unten umgebogen, so daß die umgebogenen Lappen 4 an jeweils mindestens drei, vorzugsweise gleich weit voneinander entfernten Stellen des Außenumfangs der Flanschen 5 und 6 bzw. 7 und 8 anliegen und die beiden Flansche auf diese Weise zentrieren.

Aus Figur 3 ist ersichtlich, wie die beiden Kleinflansche 5, 6 mittels der umgebogenen Lappen 4 gegenseitig in einfacher Weise zentriert werden. Die Lappen 4 sind so bemessen, daß sie innerhalb des Zwischenraumes zwischen den Kleinflanschen 5, 6 und den Spannringhälften 9, 10 Platz finden.

Die Hochvakuum-Dichtscheiben gemäß der Erfindung lassen sich, wie Figur 4 zeigt, auch für alle anderen Normflanschverbindungen, seien es Vorschweißflansche 7, 8 drehbare Flansche oder Überwurfflansche, verwenden. Die Stütz- und Zentrierscheiben 1 brauchen hierbei nur mit den entsprechenden Schraubendurchgangslöchern 11 versehen sein. Selbstverständlich können die Lappen 4 zur Zentrierung der Flansche auch weggelassen werden, dann kann die Hochvakuum-Dichtscheibe gemäß der Erfindung mit ihren gegenüber den bekannten Hochvakuum-Dichtscheiben besseren Eigenschaften anstelle dieser eingesetzt werden.

Die Figur 5 zeigt eine andere bewährte Ausführung einer Hochvakuum-Dichtscheibe gemäß der Erfindung mit einem in eine Nut des Dichtwulstes 2 eingelegten Golddraht 12 vor dem ersten Einbau. In Figur 6 ist der Golddraht 12 so verformt, daß er völlig in die Nut des Dichtwulstes 2 hineingedrückt ist.

10

- 9 -

# Schutzansprüche

- 1) Hochvakuum-Dichtscheibe, insbesondere für ausheizbare Hochvakuum-Flanschverbindungen, welche aus einer ringförmigen Stütz- bzw. Zentrierscheibe aus rostfreiem Stahl bestehen und einen Dichtwulst aufweist, welcher mit der Stützscheibe fest verbunden ist und in axialer Richtung die Höhe der Stützscheibe beiderseits überragt, und wobei der Dichtwulst aus einem weicheren Metall als die Stützscheibe besteht, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens die beiderseits die Höhe der Stützscheibe (1) überragenden Dichtwulstteile aus Kupfer bestehen und an ihren Dichtflächen einen Edelmetalldichtkörper, wie eine Goldauflage (3), oder einen in eine Nut eingelegten, ringförmigen Golddraht (12) aufweisen.
- 2) Hochvakuum-Dichtscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Dichtwulst (2) vollständig aus Kupfer besteht.
- 3) Hochvakuum-Dichtscheibe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Dichtwulst (2) aus einem von einem Rohr abgestochenen Ring besteht, der durch Verformung mit der Stützscheibe (1) verbunden ist.
- 4) Hochvakuum-Dichtscheibe nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Dichtwulst (2) am inneren Rand der Stützscheibe (1) befindet und daß die Stützscheibe (1) einen etwa einem dem äußeren Flanschumfang umbeschriebenen regelmäßigen Vieleck mit vorzugsweise 6 oder 8 Ecken entsprechenden äußeren Umfang hat, mittels den abwechselnd rechtwinklig nach oben und unten umgebogenen Lappen 4 die beiden Flansche (5,6) und (7,8) an deren Außenumfang an wenigstens je drei Stellen umfaßt und somit den Dichtwulst (2) zwischen den ebenen Flanschflächen und gleichzeitig die beiden Flansche (5,6) und (7,8) gegenseitig zentriert.
- 5) Hochvakuum-Dichtscheibe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie zwischen den Dicht-

- 10 -

wulstteilen aus Kupfer und der Edelmetallauflage in an sich bekannter Weise eine die Diffusion des Edelmetalls in das Kupfer hemmende ein- oder mehrlagige Schicht, wie eine Palladium-, Platin- und/oder Nickel-Schicht, aufweist.

12

Fig. 1

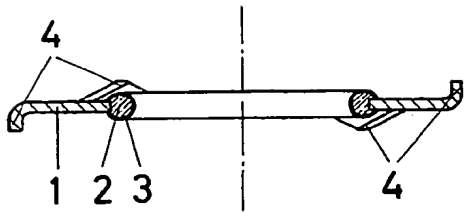


Fig. 2

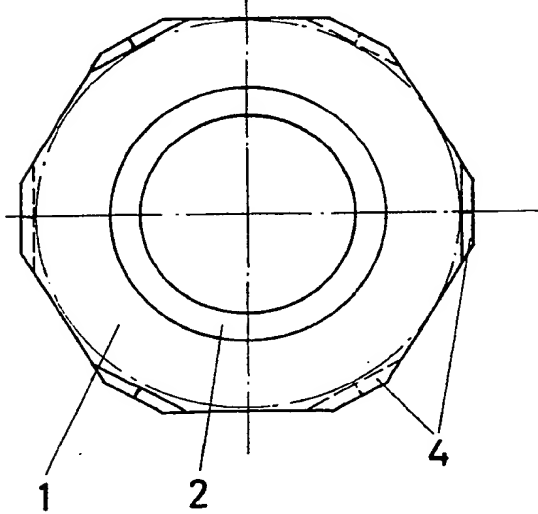


Fig. 4

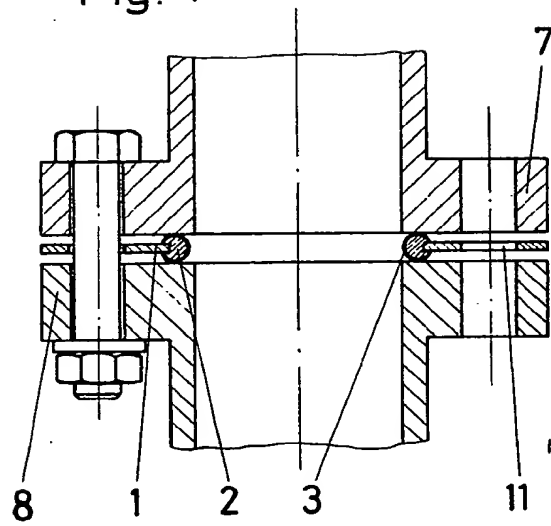


Fig. 5

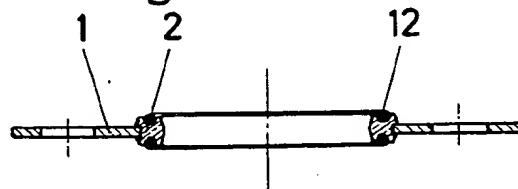


Fig. 3

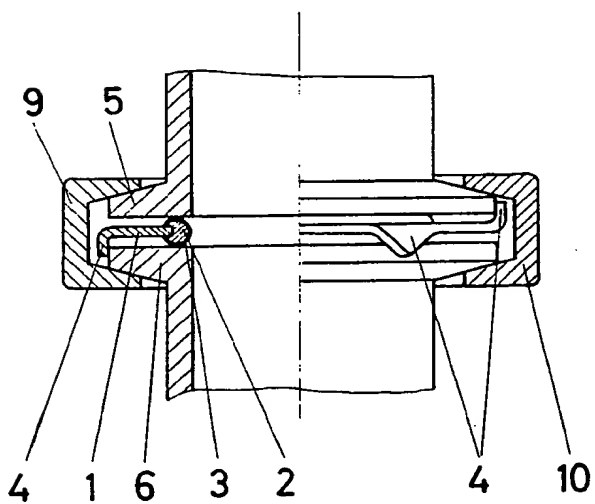
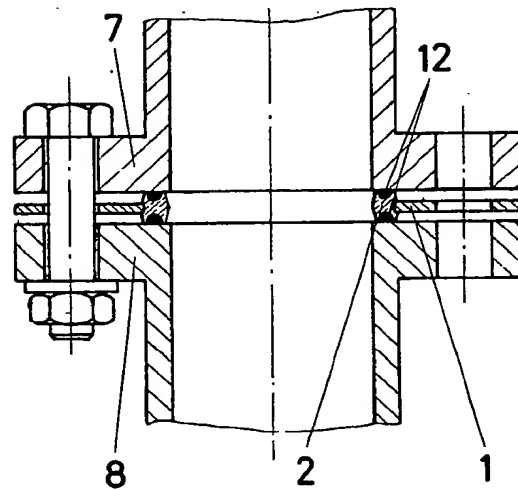


Fig. 6





12

Fig. 1

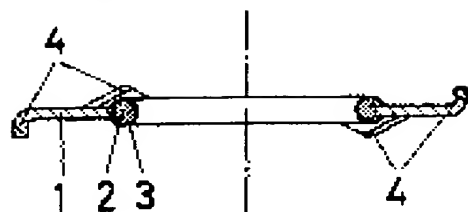


Fig. 2

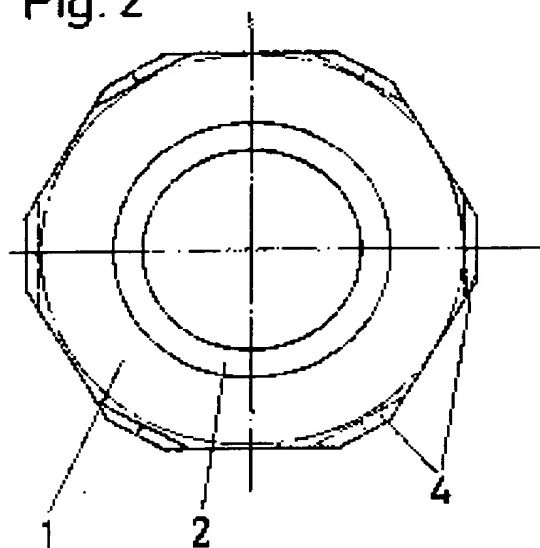


Fig. 4

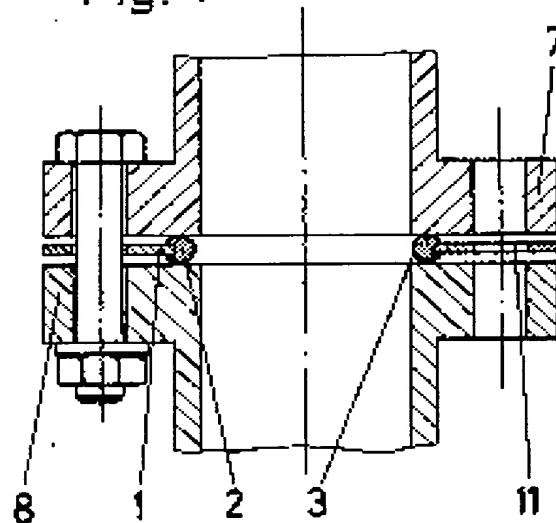


Fig. 5

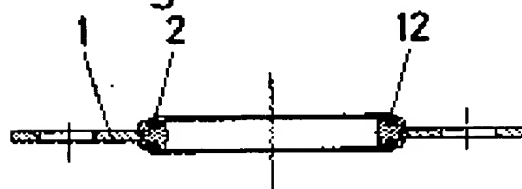


Fig. 3

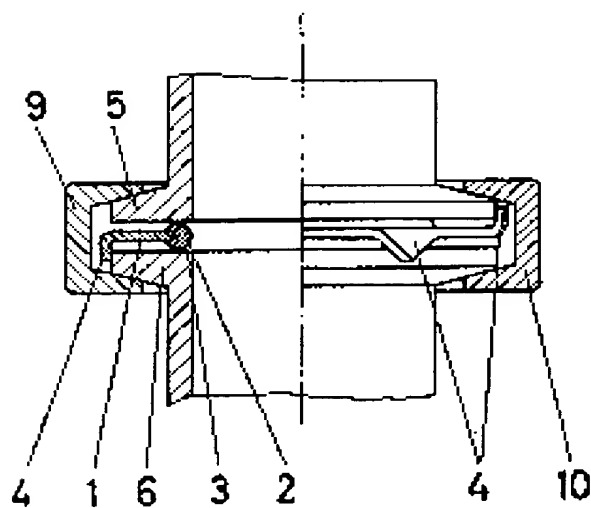


Fig. 6

